Die Eiweisskörper.

Eine auf eigenen Versuchen beruhende,
kritische Bearbeitung der Angaben über diese Substanzen

Inaugural-Abhandlung

zur Erlangung der philosophischen Doctorwürde

von

Hans Ludwig.

MÜNCHEN, 1876.
Kgl. Hof- u. Univers.-Buchdruckerei von Dr. C. Wolf & Sohn.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554609_0075

Herrn

Dr. August Vogel,

o. ö. Professor etc. etc.

hochachtungsvoll

zugeeignet.

Einleitung.

Die Eiweisskörper bilden eine merkwürdige Gruppe der organischen Materien, deren endgültige Erforschung spätern Zeiten vorbehalten zu sein scheint. Der Chemiker, sonst gewöhnt, einen abgekürzten Ausdruck für die prozentische Zusammensetzung zu finden, stösst bei diesen Substanzen auf ein eigenthümliches Hinderniss, dessen Ursachen wohl in Folgendem zu suchen sein dürften.

Nahezu tausendfache Analysen haben das Prozentverhältniss und die Analogie dieser Stoffe unter einander festgestellt, dagegen bereitete die Bestimmung des Molecular-Gewichtes bedeutende Schwierigkeiten.

Zweitens und hauptsächlich ist es bis vor Kurzem nicht möglich gewesen, die Zersetzungsprodukte derselben zu erkennen, geschweige zu studiren. Denn die Endzersetzungs-

produkte, die man schon lange kennt, deuten auf andere Prozesse hin, denen sie ihre Entstehung verdanken. [1])

Störend ist ferner bei diesen Stoffen der hartnäckige Amorphismus derselben, welcher oft die Entscheidung verhinderte, ob eine oder die andere Substanz einfach sei, oder aber sich in mehrere Bestandtheile zerlegen lasse. Ein Blick auf die Geschichte der einzelnen Glieder dieser Gruppe soll dieses zur Genüge nachweisen.

Diese Gründe erklären es, warum unsere Zeit sich von diesen schwierigen und wenig lohnenden Untersuchungen abgewandt.

Dennoch glaubte der Verfasser einiges Interesse für diese Abhandlung voraussetzen zu dürfen, weil er eine historische Würdigung der ältern Arbeiten über die Proteïnstoffe wenigstens für jene als nöthig erachtet, die das Verständniss der damaligen Periode nicht verlieren wollen.

Meinte man vor 26 Jahren, [2]) „dass die Arbeiten über diese Stoffe keinen bleibenden Werth haben, sondern höchstens nur eine vergangene Aera der organischeu Chemie bezeichnen würden“ so ist man jetzt von dieser schroffen Ansicht längst abgekommen.

Die Wichtigkeit dieser Materien hat erneuerte Bemühungen hervorgerufen und es steht zu hoffen, dass dieselben endlich so erkannt sein werden, wie manche andere Produkte der organischen Chemie.

I. Historisches.

Die ausgesprochene Vermuthung der Identität zwischen Pflanzennahrung und Blutbestandtheilen gehört dem vorigen

[1]) Eine praktische Anleitung zum Studium der erwähnten Zersetzungsprodukte verdanken wir Hlasiwetz, welcher auch auf einen bisher nicht genug gewürdigten Zusammenhang der Eiweisskörper mit den Kohlehydraten aufmerksam machte. (Hlasiwetz und Habermann über die Proteïnstoffe, Liebigs Annalen, 99. Bd., 304.)

[2]) Lehmann, Handbuch der physiolog. Chem. 1850. Vorrede.

Jahrhundert an, wie überhaupt damals schon einige Bestrebungen in Bezug auf Nahrungsmittel und Nährstoffe in denselben nachgewiesen werden können. Im Jahre 1745 hatte Beccaria[3]) aus dem Waizenmehl einen Körper dargestellt, dem er, wegen seiner klebrigen Eigenschaften den Namen gluten vegetabile gab, ohne übrigens zu wissen, dass er es mit keinem chemischen Individuum zu thun habe.

Vauquelin, Einhof und Grothus hielten den Kleber für identisch mit dem koagulirten Pflanzeneiweiss, welcher Ansicht nur Proust entgegentrat, während sie noch 1814 vertheidigt wurde[4]).

Im Anfang der zwanziger Jahre endlich beobachtete Taddei, dass sich ein Theil des Klebers in heissem Alkohol klar löse, welche Lösung aber in kurzer Zeit trübe werde. Indem er den Alkohol abdestillirte, erhielt er eine firnissartige Substanz, welche er Gliadin nannte, während er dem in Alkohol unlöslichen Theil den Namen Zymom (*Ζύμη* — die Hefe) wegen seiner Gährung erzeugenden Eigenschaften beilegte.

Trommsdorff,[5]) der hiegegen auftrat und nur einräumen wollte, dass der Alkohol dem Kleber Wasser entziehe, konnte indess die neuen Angaben Taddei's nicht mehr stürzen, umsoweniger, da Berzelius[6]) die Partei des Letztern ergriff. Er spricht sich in der citirten Abhandlung wie folgt aus:

Beccaria's Gluten mit heissem Alkohol behandelt gibt an denselben einen Bestandtheil ab, den sogenannten „Pflanzenleim" oder „Kleber" und das, was sich nicht löst,

[3]) De Bononiensi scientiarum et artium instituto atque academia commentarii. Bononiae 1745 tomus II, pars I.

[4]) Schweiggers Journal 1814 enthält eine Abhandlung von Link, die indess nicht viel Neues bietet.

[5]) Trommsdorffs neues Journal VI, I. Abth. 1822.

[6]) 1827 — Jahresberichte 7. Bd.

ist dem äussern Aussehen und den wichtigsten Lösungsmitteln nach nicht zu unterscheiden vom Pflanzenalbumin, das man durch Kochen des ausgrpeessten Saftes verschiedener Pflanzen erhalten kann.

Erst Dumas und Cahours in der grossen Abhandlung „sur les substances neutres organisées azotiques“ [7]) erwähnen die Zerlegung des Berzelius'schen Pflanzenleims in zwei weitere Substanzen — in Glutin und Pflanzenkaseïn, indem sie die, den Alkohol trübende Substanz für sich analysirten und wegen ihrer Zusammensetzung, als auch wegen der Löslichkeit in heissem und der Unlöslichkeit in kaltem Alkohol als Analogon des Milchkaseïns bezeichneten. Den in Alkohol auch in der Kälte gelöst bleibenden Theil des Klebers, das Glutin, hielten sie für identisch mit Pflanzenalbumin.

Uebrigens wusste auch schon Berzelius, dass absoluter Alkohol aus der weingeistigen Lösung des Pflanzenleims einen Körper präcipitire, den er für keinen Pflanzenleim hielt. Diese Substanz — das Dumas'sche Pflanzenkaseïn — wurde von Saussure Mucin genannt. Später nannte man sie, um sie vom thierischen Schleim zu unterscheiden, Mucedin, unter welchem Namen sie auch noch jetzt mitunter vorkommt.

Den von Berzelius Pflanzeneiweiss und von Wahlberg noch bezeichnender Samenweiss benannten, nach der Behandlung des Klebers mit Alkohol zurückbleibenden Körper analysirte noch 1842 Mulder als Eiweiss der Pflanzen. Dumas erwähnt schon, dass diese Substanz wohl mehr dem Fibrin ähnlich sei. Kurze Zeit darauf bewies Liebig das Richtige dieser Vermuthung und führte den Namen „Pflanzenfibrin“ in die Wissenschaft ein.

Jene Substanz, die wir jetzt noch Pflanzenalbumin nennen, nämlich der in Wasser lösliche und durch Erhitzen

[7]) Annales de Chimie, Décembre 1842.

koagulable Theil der meisten Pflanzensäfte, des Waizens, des Roggens, der Kartoffeln etc. ist 1789 von Fourcroy[8]) entdeckt worden. Dieser Forscher sprach auch zuerst den Gedanken aus, dass das Albumin der Pflanzen mit dem des Blutes und der Eier identisch sein dürfte. Er machte vergleichende Versuche mit Blutserum in seinem Verhalten zu Säuren, irrte aber mit der Behauptung, dass thierische Gallerte aus Albumin durch den Einfluss von Säuren entstehe. Pflanzenalbumin, gibt er an, braucht nur den Sauerstoff der Luft anzuziehen, um zuerst in Gallerte (gelée) und später in eine Säure überzugehen.

Der dritte, für den Ernährungsprozess wichtige vegetabilische Bestandtheil — das Legumin — wurde 1805 von Einhof[9]) entdeckt. Er isolirte aus Bohnen einen Körper, den er animalisch-vegetabilische Substanz benannte und ganz genau beschrieb. Als Braconnot später in den Samen der Leguminosen[10]) sein Légumine entdeckte, erkannte er sogleich, dass es mit Einhof's Substanz identisch sei. Liebig endlich gab diesem Körper den Namen Pflanzenkaseïn, indem er sich auf seine dem Milchkaseïn nahekommende Zusammensetzung stützte und auf die Coagulirbarkeit durch organische Säuren hinwies.

Ausser Dumas und Mulder beschäftigten sich nur Schüler Liebig's, wie Rochleder, Rüling und Weidenbusch mit dieser Substanz.

Nur der Vollständigkeit wegen sei hier des Fungins gedacht, einer von Braconnot 1811[11]) entdeckten Materie, die sich in ihren Eigenschaften den Eiweisskörpern zu nähern scheint, übrigens aber viel zu wenig studirt ist, um ohne Weiteres in's System aufgenommen zu werden.

---

[8]) Mémoire sur l'existence de la matière albumineuse dans les végétaux — Annales de Chimie tome III.

[9]) Gehlens Journal desselben Jahres.

[10]) 1827 — Annales de chimie et de physique tome 34.

[11]) Annales de chimie tome 72.

Blut.

Das Blut wurde schon sehr frühe, bevor noch seine Bestandtheile bekannt waren, in den Bereich ärztlicher Beobachtung gezogen. Aristoteles sagt „dass der Körper allein durch das Blut ernährt werde, da keine Flüssigkeit eine so milde Beschaffenheit habe, um sich durch den ganzen Körper zu verbreiten."

Dass das Blut Fasern habe, welche die Ursache seiner leichten Gerinnbarkeit sind, erwähnen schon die Hippokratiker. Platon[12]) lässt aus den Fasern (unserm Fibrin) die Nerven entstehen.

Wir glauben übrigens keinen grossen Sprung zu machen, wenn wir uns sogleich zu Berzelius[13]) wenden, welchem wir die erste Blutanalyse verdanken. Wir können hier auf das Detail derselben nicht näher eingehen und führen nur einige Zahlen an, die trotz der Unvollkommenheit der Methode dennoch interessant sein dürften.

Er fand in 1000 Theilen Serum[14])

Wasser	905,00	
Eiweissstoff	79,99	
In Alkohol lösliche Materien, als: milchsaures Natron und Extractivstoff	6,175	8,74
Chlorkalium und Kochsalz	2,565	
Natronsalze und in Wasser lösliche thierische Materien	1,52	
Verlust	4,74	
	1000,00.	

Eine Faserstoff- und Blutkörperchen-Bestimmung scheint Berzelius nicht gemacht zu haben, denn weder

[12]) Timoth. caput 82: *νεύρων μεν ἐξ ἰνῶν τὴν συγγενείαν.*

[13]) Thierchemie pag. 93.

[14]) Ueber den Eiweissstoff und das Serum von Berzelius in Schweiggers Journal 1815.

sein Lehrbuch, noch die betreffenden Abhandlungen erwähnen etwas davon.

Einer nur wenig von der vorigen abweichenden Methode zur Blutanalyse hat sich Lecanu bedient.

Merkwürdig ist der Umstand, dass, während die Chemiker mit steifer Zähigkeit an der einheitlichen Natur des Klebers festhielten, sich in Bezug auf das Blutfibrin das Gegentheil einstellte. Bouchardat[15]) glaubte im Fibrin des Blutes drei Bestandtheile entdeckt zu haben, nämlich Leim, der sich ihm durch Wasser entziehen lässt, und zwei weitere Substanzen, die er Epidermose und Albuminose nannte. Es würde zu weit führen, wollten wir seine Angaben rekapituliren; es genüge die Bemerkung, dass sie nicht richtig sind.

Eine geistreiche Hypothese ist neuerdings von Virchow aufgestellt worden, dahin lautend, dass das Fibrin im Blute nicht fertig gebildet sei, sondern sich erst in dem Augenblicke bilde, da das Blut die Gefässe verlasse. Diese Hypothese modificirte unsere Ansichten über diesen Stoff sehr bedeutend und wir müssen hinzufügen, dass alles, was über das Fibrin vorhanden, sich auf den älteren Begriff respective auf die unlösliche Modification beziehe. Die Sache selbst betreffend, sei erwähnt, dass A. Schmidt die Ansicht von Virchow erweiterte. Der Letztere nahm zwei Substanzen an, von denen er die eine Fibrinogen, die andere Paraglobulin oder fibrinoplastische Substanz nannte. Es gelang ihm diese Stoffe aus dem Plasma darzustellen und durch Vermischen beider künstliches Fibrin zu erhalten. Diese künstliche Darstellung gelang auch Hoppe-Seyler.[16]) Diese Thatsachen, so interessant sie auch dem Physiologen sein mögen, dürften vorderhand für den Chemiker nicht von grossem Nutzen sein. Wir übergehen desshalb die sehr

[15]) Comptes rendus 14 und Liebigs Annalen 43. Bd. 1842.

[16]) Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie p. 167—170.

umständliche Darstellung der beiden Materien, indem wir auf die betreffenden Abhandlungen verweisen.

Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, dass das Kaseïn des Blutes, welches wir jetzt Haematoglobin nennen, von Berzelius entdeckt und Globulin genannt worden. Anfangs wurde es von Mulder analysirt, später von Lehmann untersucht, ohne dass wir übrigens durch ihre Arbeiten der Wahrheit näher gekommen wären.

Mulders Proteïntheorie.

Von der Historie der einzelnen Stoffe wendet sich unser Blick zu einer wichtigen Theorie, welche sie alle unter einen Gesichtspunkt bringen wollte, zu der Proteïntheorie die nun auch der Geschichte angehört.

Da sich das Interesse an dem hitzigen Brochürenkampf hierüber sehr abgekühlt hat, so vermögen wir ganz objectiv der von Mulder aufgestellten Lehre zu folgen.

Den Kern derselben bildet die Behauptung, dass sämmtliche Glieder dieser Gruppe ein- und dasselbe Radikal enthalten, das sich isoliren lässt und alsdann vollkommen schwefelfrei erscheint.

Mulder [17]) beschreibt die Darstellung dieses Radikales wie folgt:

„Kocht man eine dieser Substanzen mit verdünnter Kalilauge, so erfolgt nach kurzer Zeit völlige Auflösung, Zusatz eines Bleisalzes bewirkt darin einen dunkeln Niederschlag von Schwefelblei.

Es ging also unzweifelhaft die Bildung von Schwefelkalium vor sich.

Dieses Factum war allgemein bekannt und wurde von gegnerischer Seite nicht bestritten. Mulder irrte nur insofern, da er behauptete, der ganze Schwefelgehalt des Fibrins, Albumins etc. gehe an das Kalium, und der vor-

[17]) Erdmanns Journal XIX, 1839. Uebersetzung aus dem bulletin de Néerlande.

handene Phosphor oxydire sich zu Phosphorsäure. Hiebei entging ihm, dass alsdann der Schwefel zum Kalium immer im Verhältniss 5 : 2 stehe, während sich der Phosphor zum Sauerstoff umgekehrt, nämlich 2 : 5 verhalten müsste.

Zusatz von Essigsäure zu der alkoholischen Lösung nun präcipitire jenes Radikal, welches Mulder Proteïn (von πρωτεύω ich herrsche vor) nannte.

Von dem Schwefel und Phosphor, den er aber in seinem Proteïn fand, nahm er an, dass diese beiden als Elemente mit dem organischen Radikal verbunden seien.

Die prozentische Zusammensetzung dieses Radikals gibt er an:

	Proteïn aus:			
	Fibrin	Eieralbumin	Serumalbumin	Pflanzeneiweiss
C	55,44	55,30	55,40	54,99
H	6,95	6,94	7,16	6,87
N	16,05	16,02	16,00	15,66
O	21,56	21,74	21,44	22,48

Das Molekulargewicht des Proteïns gibt er an als $= {}^1/_{10}$ von 55295 und behauptet, dass sich 10 Moleküle Proteïn mit 1 Mol. S_2P verbinden. Die Formeln wären also:

Fibrin $=$ Prot.$_{10}$ $+$ SP

Serumalbumin $=$ Prot.$_{10}$ $+$ S_2P oder:

Eieralbumin $= C_{400}\ H_{620}\ N_{100}\ O_{120}\ SP$

Blutalbumin $= C_{400}\ H_{620}\ N_{100}\ O_{120}\ S_2P$

Krystallin $=$ Prot.$_{15}$ $+$ S.

Später nahm Mulder nur den zehnten Theil der Formel und schrieb:

$$\text{Proteïn} = C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}.$$

Kurze Zeit darnach machte Liebig die Beobachtung, dass Mulders Proteïn stets schwefelhaltig sei und Laskowski[18]) wies nach, dass die Formeln nur als ein Spiel

[18]) Liebigs Annalen, Bd. 58, 1846.

des Zufalls zu erachten seien, indem der Schwefelgehalt bei den verschiedenen Substanzen nur in der 2. Dezimale differire, was keineswegs berechtigen könne, die ganze Formel darnach zu ändern.

Angesichts dieser Resultate gab nun Mulder selber zu, dass sein Proteïn Schwefel und Phosphor enthalte, doch suchte er nun zu beweisen, diese Elemente seien darin als Sulphamid SNH_2 und Phosphamid PNH_2 enthalten und zwar mit dem organischen Radikal verbunden. Bei der Behandlung mit Kalilauge werde das Sulphamid unter Wasseraufnahme in unterschweflige Säure und in Ammoniak zersetzt:

$$2(SNH_2) + 2(HO) = S_2O_2 + 2(NH_3)$$

Die unterschweflige Säure vereinige sich mit dem organischen Radikal, das früher mit dem Sulphamid verbunden gewesen und diese letztere Verbindung werde durch Essigsäure gefällt. Auf diesen neuen Körper übertrug nun Mulder den Namen Proteïn. Gründe für das Vorhandensein von Sulphamid und schwefliger Säure brachte er nicht bei. Das Auftreten von Schwefelkalium bei der Behandlung der Proteïnstoffe mit Kalilauge deutet im Gegentheil auf eine ganz andere Reaction hin; das wirklich entweichende Ammoniak berechtigt noch nicht zu dem ganzen Schlusse.

Später gab Mulder dem Proteïn eine andere Formel: $C_{36}H_{27}N_4O_{12}$.

Im Jahre 1841 hatte Liebig für das koagulirte Albumin (beziehungsweise mit Wasser gekochtes Fibrin) die Formel: $C_{48}H_{74}N_{14}O_{11}$ berechnet. Dumas[20]), der nicht zurückbleiben wollte, schrieb: $C_{48}H_{74}N_{12}O_{15}$. Diese Formel ist übrigens von Liebig entlehnt, der sie aus der Choleïnsäure und der Harnsäure konstruirt hatte.

---

[19]) Liebigs Annalen Bd. 41.

[20]) Comptes rendus XII und Erdmanns Journal 24.

Alle diese Formeln konnten aber, wie schon Berzelius[21]) bemerkte, nicht genügen und wurden sehr bald verlassen.

Mit dem Sturze der Protheïntheorie waren auch die Oxydationsprodukte des Radikals gefallen. Mulder[22]) hatte deren 2 angenommen, ein Bioxyd und ein Trioxyd, die sich in der Entzündungskruste des Pferdeblutes finden sollen und ihre Namen von den 2 und 3 Aequivalenten Sauerstoff, die sie mehr besitzen, erhalten haben. Als Formel für die Entzündungskruste gab er an:

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{14} + C_{40}H_{62}N_{10}O_{15} + HO$$

Bioxyd Trioxyd.

Liebig wies auch in diesen Substanzen den Gehalt an Schwefel nach.

Noch im Jahre 1847 betrachtete Hunt das Fibrin als ein Nitril der Cellulose:

$$C_{12}H_{20}O_{10} + (NH_3)_3 - (H_2O)_6 - C_{12}H_{17}N_3O_4$$

Cellulose Fibrin

Wenngleich ohne thatsächliche Beweise Ansichten dieser Art nicht zur Ueberzeugung werden konnten, so verdient dennoch die Beobachtung irgend eines Zusammenhangs der Eiweisskörper und der Kohlehydrate einen Platz in unserer historischen Würdigung.

II. Eintheilung der Eiweisskörper.

Wir müssen hiebei in's Auge fassen, dass die albuminartigen Körper in 2 Modificationen vorzukommen pflegen — in einer löslichen und in einer unlöslichen und es wird wohl nicht gezwungen scheinen, wenn wir zur Grundlage der Eintheilung derselben das verschiedenartige Verhalten wählen, das sie zeigen, wenn sie aus der löslichen Modifi-

---

[21]) Lehrbuch 3. Aufl. IX, 48.

[22]) Erdmanns Journal 31. Bd.

kation in die Unlösliche übergeführt werden. Von diesem Gesichtspunkte aus finden wir drei Gruppen der Proteïnstoffe:

I. Blutfibrin (in seiner natürlichen Lösung[23]) geht an der Luft, in Wasser- und Stickstoff, ebenso in Kohlensäuregas und bei Luftabschluss von selbst, ohne Anwendung weiterer Agentien in die unlösliche Modifikation über. (Pflanzenfibrin ist nur fest bekannt.)

II. Albumin in allen seinen Arten wird aus seiner natürlichen oder auch aus seiner wässrigen Lösung durch Erhitzen auf 60—70° koagulirt.

III. Caseïn wird aus seiner natürlichen Lösung (der Milch) oder aus seiner wässrigen Lösung auf Zusatz einer freien Säure in die unlösliche Modifikation übergeführt. (Die Coagulation durch Kälbermagen — das sogenannte Laab — beruht auf keinem physiologischen Vorgang, sondern ist durch Milchsäurebildung bedingt.[24])

III. Darstellung und Eigenschaften der albuminartigen Körper.

A. Blutfibrin.

Man kann das Blut als eine Flüssigkeit betrachten, die eine färbende Materie in sich schwebend, aber nicht aufgelöst enthält. Ausser dem Farbstoff (als dessen Träger die Blutkörperchen fungiren) enthält es eine ziemliche Menge anorganischer Salze, nebst Albumin, Fibrin und Blutkaseïn (Hämatoglobin genannt).

Der gewöhnliche Weg, um den Faserstoff vom Blutwasser (serum s. liquor sanguinis) und von den Blutkörperchen zu trennen, besteht darin, dass man das frisch gelas-

[23]) Vergleiche oben Virchow's Hypothese von der Entstehung des Fibrins im Momente des Austritts aus dem Blute.

[24]) Ein Unterschied zwischen Kaseïn und Albumin liegt darin, dass die Milch durch organische, das Eiweiss aber nur durch anorganische Säuren koagulirt wird.

sene Blut mit einem Glasstabe, Quirl oder Besen einige Minuten lang peitscht, wobei das Fibrin rasch koagulirt und sich in farblosen fasrigen oder klumpigen Massen ansetzt. Zusatz verschiedener Alkalisalze verlangsamt oder verhindert die Gerinnung. Die so gewonnene Substanz muss aber noch durch Aether und Alkohol vom Fett befreit werden.

Die Quantität des Fibrins ist in den verschiedenen Gefässen nicht dieselbe; das arterielle Blut enthält mehr als das der Venen, die Lebervenen enthalten gar keines. Ott und Scherer fanden in 1000 Theilen venösen Blutes 1,98 Theile (Maximum 2,6, Minimum 1,47). Andere Untersuchungen ergaben ähnliche Resultate. Um die Quantität des im Blute befindlichen Albumins zu erfahren, giesst man das vom Blutkuchen abgeschiedene Serum, das zuweilen etwas gefärbt ist, ab, versetzt es mit Essigsäure und erhitzt bis zum Sieden. (Diese Methode ist nicht ganz exakt, da der koagulable Theil der Blutkörperchen das Gewicht vermehrt.)

Ott und Scherer fanden in 1000 Theilen Serum: 68,30—77,62 Albumin, Becquerel und Rodier 69,40 bis 70,50. A. Schmidt gibt die Zahl 81,92 an, doch hatte er hiebei auch die Extractivstoffe in Anschlag gebracht und auf 1000 Theile Plasma berechnet.

Eigenschaften. Das frisch geronnene Blutfibrin stellt grauweisse, elastische Fasern dar, die in reinem Wasser wie ein Schwamm aufquellen. An der Luft getrocknet oder mit Alkohol einige Zeit in Berührung gelassen, erhält es alle Eigenschaften des koagulirten Albumins, von dem es sich nur durch die Zusammensetzung unterscheidet. Es zieht nach dieser Behandlung keinen Sauerstoff mehr an, zersetzt auch kein Wasserstoffsuperoxyd. Lässt man das Blutfibrin längere Zeit in einem verschlossenen Gefässe stehen, so fault es unter Ammoniakentwickelung. Es löst sich hiebei vollständig auf und gerinnt beim Erhitzen geradeso wie

Albumin. Liebig,[25]) der diesen Körper analysirte, fand die grösste Uebereinstimmung mit Albumin und sprach zum ersten Male aus, „dass sich das Fibrin unter Umständen in Albumin verwandeln könne.“

In Alkohol, sowohl kalten als auch heissem, in Aether und in ätherischen Oelen ist das Blutfibrin unlöslich. Desgleichen in kaltem Wasser.

Auffallend anders ist dagegen sein Verhalten gegen kochendes Wasser. Nach ungefähr 40stündigem Kochen sah Mulder[26]), dass sich ungefähr 21 Prozent des Fibrins gelöst hatten. Er meinte, es sei dies ein in Wasser löslicher Theil des Fibrins, nämlich Leim, und wurde von Bouchardat hierin unterstützt. Später jedoch überzeugte er sich, dass diese Substanz weniger Kohlenstoff und mehr Sauerstoff als Leim enthalte. Es hat nämlich diese Materie eine gleiche Zusammensetzung mit der sogenannten Entzündungskruste, welche bei Pferden in gesundem Blute häufig vorkommt, während sie beim Menschen das Produkt entzündlicher Krankheiten ist. Mulder nannte sie Tri-oxyproteïn und gab als ihre Zusammensetzung an $C_{53,53}$, $H_{6,93}$, $N_{15,51}$, $O_{25,03}$ [27]).

Verhalten des Blutfibrins zu Säuren.

In Wasser, das etwa 1/2000stel Salzsäure enthält, löst sich das Fibrin nicht auf, es schwillt nur an und schrumpft auf einen grösseren Zusatz von Säure zusammen. Das eingeschrumpfte Fibrin schwillt in reinem Wasser auf wie das frisch Geronnene, ohne sich übrigens aufzulösen (Liebig[2]).

Concentrirte Salzsäure zersetzt den Faserstoff und gibt mit ihm eine schmutzig-violette Lösung. Neutralisirt man die Säure, so fällt das Fibrin unverändert heraus.

[25]) Liebigs Annalen, Jahrgang 1850.

[26]) Journal für prakt. Chem. XXXI, 287. 1842.

[27]) Vergleiche oben den historischen Theil bezüglich der Mulder'schen Formel.

[28]) Annalen, Band 72.

Concentrirte Schwefelsäure zersetzt und verkohlt ihn nach Art der andern organ. Materien. Die Zersetzungsprodukte bei der Digestion des Fibrins oder eines andern Proteïnstoffes sind nach Mulder: humussaueres Ammoniak, Leucin, Tyrosin etc. Faserstoff mit concentrirter Salpetersäure digerirt, verliert den Zusammenhang und wird gelb gefärbt; es entsteht eine eigenthümliche Verbindung, welche Mulder Xanthoproteïnsäure[29]) nannte und die allen Stoffen dieser Gruppe gemeinschaftlich ist.

Pant[30]) gibt als ihre Zusammensetzung an:

C 49,2, H 6,2, N 14,8, O 28,5, S 0,9, Asche 0,4.

In concentrirter Essigsäure wird der Faserstoff unmittelbar weich, durchsichtig und bei längerer Anwendung von Wärme verwandelt er sich in eine zitternde Gallerte, die sich auf Zusatz von Wasser vollständig auflöst. Hiebei entweicht etwas Stickgas (Berzelius.[31])

Kali- und Natronlauge lösen ihn auf, doch bemerkt man einen deutlichen Ammoniakgeruch. Alkohol und Säuren fällen diese Lösung; es ist aber der durch Essigsäure erhaltene Niederschlag nicht mehr unverändertes Fibrin, denn er löst sich nicht mehr in Essigsäure auf (Berzelius).

Ammoniak löst das Fibrin ebenfalls, nur braucht es dazu längere Zeit.

Frisches nicht zuvor gekochtes Fibrin löst sich in einer Lösung von Salpeter oder Soda[32]) vollständig auf und verhält sich dann dem Albumin analog — denn diese Lösung koagulirt beim Kochen. Dass das Koagulum dem Eiweisse

---

[29]) Schon Fourcroy beschreibt diese Substanz, die er acide jaune nannte.

[30]) Scheikundige Onderzoekingen V, 139.

[31]) Schweigger's Journal IX u. X (1813 u. 14). Ueberblick über die Zusammensetzung der thierischen Flüssigkeiten.

[32]) Comptes rendus XI, 877 — 1840 Letellier.

gleich zusammengesetzt sei, hat Liebig[33]) in einem Briefe an Prosper Denis bestätigt. Fibrin aus arteriellem Blute löst sich nicht in Salpeter, ebensowenig die Entzündungskruste.

Fällungsmittel.

Wie schon erwähnt wird die alkalische Lösung des Fibrins durch Säuren, die sauere aber durch Alkalien präcipitirt. In beiden Lösungen entstehen ferner Niederschläge durch: Sublimat, Kupfervitriol, Ferro- und Ferridcyankalium, durch Bleiacetat und Silbernitrat.

Diese Niederschläge, die man auch Fibrate nennen kann, sind leider nicht genügend erforscht; die Ferridcyankaliumverbindung z. B. war nie Gegenstand einer quantitativen Untersuchung.

Mulder gibt an:

$(C_2H_3O_2)_2Pb$	30,63	SO_4Cu	7,209	NO_3Ag	5,43
Fibrin . .	69,37	Fibrin	92,791	Fibrin	94,57.

Zusammensetzung des Fibrins.

Von den vielen Analysen wählen wir die von Dumas und Cahours (Annales de chimie et physique troisième série, VI — 1842), welche mit denen von Mulder, Liebig, Jones etc. fast völlig übereinstimmen.

Blut eines Schafes	C 52,8, H 7,0, N 16,5 O u. S 23,7
„ „ Kalbes	C 52,5, H 7,0, N 16,5, O u. S 24,0
„ „ Pferdes	C 52,67, H 7,0, N 16,63, O u. S 23,7
„ eines Hundes mit gemischter Nahrung	C 52,74, H 6,92, N 16,72, O u. S 23,62
„ eines Hundes, der 2 1/2 Monate nur mit Fleisch gefüttert wurde	C 52,77, H 6,95, N 16,51, O u. S 23,77

[33]) Comptes rendus XII und Erdmanns Journ. XXIV. 1841.

Blut eines Hundes, der ebensolange nur Brod erhielt	C 52,57, H 7,07, N 16,55, O u. S 23,77
„ vom Ochsen	C 52,7, H 6,70, N 16, 6, O u. S 23,7
„ vom Menschen	C 52,78, H 6,96, N 16,78, O u. S 23,48

Aus dieser tabellarischen Vergleichung erhellt, dass das Fibrin, wenn es auch nicht immer eine gleiche Substanz ist, doch sehr wenig veränderlich in der thierischen Oekonomie auftritt.

B. Pflanzenfibrin.

Es dürfte auch hier, wie oben beim Blute passend erscheinen, Einiges über die Zerlegung des Mehls und seiner Bestandtheile erläuternd vorauszuschicken. Leider ist von den Mehlsorten der Crealien nur das Waizenmehl häufiger und gründlicher untersucht; bei den andern Gattungen fehlen die wichtigsten Daten.

Mehl und seine Bestandtheile.

Jedes Mehl besteht aus:

Stärke,

Einer stickstoffhaltigen Substanz, dem sogenannten Kleber, der 3 Bestandtheile hat,

Einer albuminartigen Materie,

Dextrin, Zucker, Gummi,

Salzen (vorzüglich Sulphate, Phosphate und Chloride),

Hülsen (vulgo Kleie genannt),

Wasser (nach meinen Versuchen 15,8—16,4 %).

Kleber. Um das Pflanzenfibrin zu isoliren, muss man zuerst den Kleber darstellen und diesen alsdann in seine Bestandtheile zerlegen. Zu diesem Zwecke bedient man sich mit Nutzen der von Vauquelin angegebenen Methode. Zuerst seiht man das Mehl, um es soweit als möglich von den Hülsen zu befreien und macht dann mit Wasser einen steifem Brei an, welchen man in ein Tuch schlägt und Letz-

term die Form eines Beutels gibt. Den Teig im Tuche knetet man unter einem Wasserstrahle so lange, bis die Flüssigkeit nicht mehr unklar durchläuft. Gewöhnlich nach 5—6 Stunden ist die Operation fertig und man hat in dem Säckchen eine graugelbe, fadenziehende Masse, welcher man den Namen gluten vegetabile gegeben hat. Nach meinen öfter wiederholten Versuchen enthält Waizenmehl 5,47 bis 9,3% Kleber. Vanquelin fand 10,96, Einhof 9,48%.

Gerstenmehl enthält 3,66, Hafermehl 2, Reis (Braconnot), 3,6 % Kleber.

Das völlige Stillschweigen über die Existenz eines kleberartigen Stoffes im Roggenmehl veranlasste mich, hierüber Versuche anzustellen. Dieselben lieferten den erwarteten Beweis, dass man auf gleiche Weise, wie beim Waizen, ein Analogon erhalten könne, welches aber kaum Kleber genannt werden darf, da es eben gar nicht klebrig ist. Im Uebrigen ist das Verhalten dem des Waizenklebers ähnlich.

Alkohol entzieht der Substanz einen Stoff, der sich wie Glutin verhält und das Zurückbleibende hat alle Eigenschaften des Pflanzenfibrins.)

Der Waizenkleber nun besteht aus drei Substanzen, die man durch Digestion mit Alkohol (von 65—70 %) trennen kann.

Nach mehrtägiger Behandlung entzieht der Alkohol dem Kleber zwei Substanzen: Glutin und sogenanntes Pflanzenkaseïn.

Der Pflanzenleim (Glutin) bleibt im kalten Alkohol gelöst, der zweite Bestandtheil, das Kaseïn, Mucin oder Mucedin, scheidet sich beim Erkalten aus.

Der nach der Behandlung mit Alkohol zurückbleibende Theil des Klebers ist unreines Pflanzenfibrin. Man behandelt es zuerst mit Aether, um ihm Fett zu entziehen. Da die sorgfältigste mechanische Behandlung die Substanz vom

Stärkmehl nicht zu befreien vermag, so rathen Dumas und Cahours (in der oben citirten Abhandlung) das gepulverte Pflanzenfibrin so lange mit einem Aufgusse von Diastase bei gelinder Temperatur zu behandeln, bis die letzte Spur Amylum sich in Dextrin oder Zucker verwandelt hat.

Getrocknet ist das reine Pflanzenfibrin eine weisse oder graugelbe Masse, die sich vom Blutfibrin um 1 Prozent Kohlenstoff unterscheidet. Dumas fand folgende Zahlen:

C 53,23, H 7,01, N 16,41, O etc. 23,35.

An Asche hinterlässt das Pflanzenfibrin nach meinen Versuchen 0,5—1,2 Prozent. Dieselbe enthält merkwürdiger Weise keine Alkalien. Ich fand:

Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Phosphor-, Kiesel-, Salz- und Schwefelsäure.

Gegen Lösungsmittel zeigt das Pflanzenfibrin ein dem thierischen ähnliches Verhalten, wie überhaupt die koagulirten Eiweisskörper einander in diesem Punkte nahe berühren. Wir erwähnen nur einige differirende Punkte:

Kohlensaures Alkali löst Pflanzenfibrin nicht auf; im Gegentheil präcipitirt es seine alkalische Lösung. Der durch Ammoniumkarbonat erhaltene Niederschlag wird beim Auswaschen schleimig und löst sich zum Theil auf, welche Lösung beim Erhitzen koagulirt und mit Gerbsäure, Salzsäure und Sublimat Niederschläge gibt. Die Fällung mit letzterem Salz, die man auch beim Blutfibrin beobachtet, wird durch einen Ueberschuss von Essig- oder Phosphorsäure verhindert.

Die grosse Aehnlichkeit (wenn nicht Identität) zwischen Blut- und Pflanzenfibrin fanden Dumas und Cahours in dem Verhalten des letztern bei fortgesetzter Digestion mit Wasser. Nach zweitägigem Kochen der Substanz und nachherigem Austrocknen im Vacuum bei 140 ° fanden sie die Zusammensetzung so verändert, dass sie sich mehr dem

Albumin als dem Fibrin näherte. Es ergaben sich folgende Zahlen:

C 53,55, H 7,09, N 15,79, O etc. 23,57, ferner Asche 1,48.

C. Albumin.

Bei einer Beschreibung des Eiweisses muss man neben der Unterscheidung zwischen animalischem und vegetabilischem noch eine Ausscheidung treffen zwischen seiner natürlichen Lösung und der koagulirten Substanz.

Lösliche Modification des Eieralbumins.

Wie bekannt besteht das Vogelei ausser der Schale aus zwei, äusserlich unähnlichen Flüssigkeiten, im gemeinen Leben Eiweiss und Dotter genannt. Der Letztere ist durch eine ölige Substanz (das sogenannte Eieröl) gelb gefärbt und unterscheidet sich auch in der Zusammensetzung ein wenig vom Eiweiss. Gleich sind beide darin, dass sie beim Erhitzen koaguliren.

Darstellung des Albumins. Wenn man das Weisse der Eier mit dem Doppelten seines Volums Wasser verdünnt, so scheidet sich das Zellgewebe, welches das Albumin mit der Schale verband, ab und man erhält eine klare Flüssigkeit, die sich leicht filtriren lässt. Dies ist die natürliche lösliche Modification des Albumins. Die Flüssigkeit reagirt schwach alkalisch von Salzen, die sie begleiten. — Ich fand die Asche zusammengesetzt aus:
Kali, Natron, Magnesia, Kalk und Eisenoxyd gebunden an Phosphor-, Schwefel- und Salzsäure.

Setzt man diese verdünnte Flüssigkeit einer Temperatur über 60° aus, so scheidet sich bald alles Albumin in dicken Flocken aus. Ist die Lösung sehr stark verdünnt oder entfernt man den Ueberschuss des Alkali's nicht durch Essigsäure, so ist die Coagulation unvollständig. Bei dieser Gerinnung nimmt man eine deutliche Entwickelung von

H_2S wahr. Eine Erklärung des Vorganges hat Brande[36]) schon 1809 zu geben versucht. Nach seiner Ansicht ist das Albumin in Lösung eine Verbindung von Eiweiss und Alkali, deren chemisches Verhalten sich durch Verdünnen mit Wasser und Erhitzen ändert; indem sich das überschüssige Alkali mit Wasser verbindet, scheidet sich das Albumin in Flocken aus. Auf dieselbe Art, meinte Brande, verändern Alkohol und Säuren das Verhältniss des Albumins zum Alkali.

Dampft man das flüssige Albumin bei gelinder Temperatur (unter 40°) im Wasserbade ein, so erhält man die lösliche Modification in fester Form als gelbe, fast durchsichtige, leicht zerreibliche Masse, die in Wasser aufquillt und sich später darin löst. Es enthält noch Fett, das man ihm durch Alkohol und Aether entzieht, ferner 1,5 % alkalische Aschenbestandtheile, die man durch rasches Auswaschen entfernen kann. Die Salze, welche das Albumin auf diese Art verloren hat, ändern an dessen Löslichkeit nichts. Meine Versuche in dieser Richtung werden auch anderweitig bestätigt (Hoppe-Seyler, Eichwald etc.).

Den Verlust der Salze durch Dialyse habe ich ebenfalls in den Bereich meiner Beobachtungen gezogen und hiebei folgendes gefunden:

1) Die Dialyse ist kein sicheres Trennungsmittel für Kolloïde von Krystalloïden, indem erstere immer, wenn auch in kleinen Quantitäten mit diffundiren.

2) Das Albumin kann mittelst der Dialyse nicht vollständig von seinen Aschenbestandtheilen befreit werden. (Ich untersuchte dieses Verhalten im Winter 1872 durch 14 Tage, da bei der damaligen Kälte das Albumin nicht verdarb.)

3) Die Diffussion der Salze scheint in einer gewissen Reihenfolge vor sich zu gehen. Ich wenigstens fand immer

---

[34]) Gilbert, Annalen der Physik, 64. Bd. 1820.

erst in der später diffundirten Flüssigkeit Eisen, während anfangs nur die alkalischen Salze durchgingen. Doch glaube ich, müsste diese Beobachtung noch fortgesetzt werden, um als endgültig aufgestellt werden zu dürfen.

4) Schon nach drei Tagen koagulirte die Flüssigkeit nicht mehr beim Erhitzen, wohl aber durch Säuren.

Das Verhalten des flüssigen Eiweisses gegen Gase ist leider noch nicht häufig genug untersucht worden. Nach Gorup-Besanez[35]) werden Albuminlösungen in ozonisirter Luft trübe und bekommen eine Färbung, die im auffallenden Lichte röthlich, im durchfallenden grüngelb erscheint. Schliesslich bilden sich fibrinähnliche Coagula, die bei längerer Einwirkung wieder verschwindeu. Wenn das Ozon nicht mehr einwirkt, so hinterbleibt eine Materie, die weder in der Hitze koagulirt, noch durch Säuren und Metallsalze gefällt wird, mit einziger Ausnahme des basisch essigsauren Blei's. Alkohol fällt diesen Stoff in Flocken, was ihn den durch die Verdauung entstandenen Peptonen ähnlich erscheinen lässt.

Die unorganischen Säuren mit Ausnahme von Pyrophosphorsäure und gewöhnlicher Phosphorsäure erzeugen in Eiweiss Niederschläge; organische Säuren sind ohne Wirkung.[36])

Alkalilaugen und Ammoniak machen die etwas trübe Albuminlösung klarer und verhindern die Coagulation durch Hitze.

Präcipitirt wird das Albumin durch die meisten Metallsalze, doch erlaubt mir der enge Raum nicht, die nähern

[35]) Liebigs Annalen CX, 86.

[36]) Ich untersuchte das Verhalten gegen Chlorsäure, arsenige und Milchsäure, ferner mit Milchzucker und Kälberlaab, fand aber im Gegensatze zu Lehmann (Handbuch der Physiologie) durchaus keine Fällung; warum er den Zusatz von Oel wünscht, ist mir nicht erklärlich.

Details anzugeben. Ausser den in den Lehr- und Handbüchern angegebenen Fällungsmitteln erhielt ich noch Niederschläge mit Jodkalium, jodsaurem und chlorsaurem Kali, Cyankalium und Rhodankalium.

Gerbsäure, Kreosot und Anilin erzeugen gleich dem Alkohol Niederschläge.

Aether koagulirt das Eieralbumin, aber nicht das des Serums. Diesen Unterschied beider hat schon Gmelin gemacht.

D. Vitellin (Eidotter).

Das Eigelb enthält etwa 15,76 Prozent eines in den Eigenschaften dem Albumin sehr nahe stehenden Stoffes, der sich von jenem aber durch Farbe, Zusammensetzung und neutrale oder sauere Reaction unterscheidet. Der letzte Umstand ist die Ursache, warum das Vitellin mit Blei- und Kupfersalzen keine Niederschläge gibt. (Auch das mit Essigsäure neutralisirte Albumin wird von diesen Salzen nicht gefällt.)

Die Zusammensetzung:

C 51,6, H 7,22, N 15,02, O etc. 26,16, Asche 4,48,

die von der des Albumins bedeutend verschieden ist, könnte zu der Vermuthung führen, dass das Vitellin gar nicht zu dieser Gruppe gehöre, wenn nicht die Gerinnbarkeit das wichtigste Vergleichungsmoment darböte.

E. Serumalbumin.

Das koagulirte Blutalbumin ist in seinem chemischen Verhalten dem der Eier fast völlig gleich. Wir wollen hier nur in Kürze die Umstände betrachten, unter welchen seine Lösung im Blute in feste Gestalt übergeführt wird und damit zugleich die Eigenschaften des löslichen Serumalbumins beschreiben.

Plasma nennt man Blut minus Blutkörper — Serum ist Blut minus Blutkörper und Fibrin.

Die seröse Flüssigkeit enthält also Albumin. Erschwert

wird die genaue Erkenntniss des löslichen Eiweisses durch die Menge anorganischer Salze und organischer Stoffe, die im Serum enthalten sind.

Das Folgende hat also keineswegs einen absoluten Werth:

Die starke alkalische Reaction des Blutes verhindert zuweilen (namentlich beim Kalbsblute) die Gerinnung durch Hitze; man thut gut, etwas Essigsäure zuzusetzen.

Die organischen Säuren fällen das Blutalbumin nicht, die anorganischen mit Ausnahme der gewöhnlichen Phosphorsäure fällen es vollständig. Alkohol erzeugt ebenso dichte Flocken wie beim Eiweiss. Aether, wie schon oben erwähnt, verändert die Lösung nicht. Die beim Eiweiss aufgezählten Metallsalze zeigen ein gleiches Verhalten auch gegen das Serum.

Nehmen wir noch die quantitative Zusammensetzung des Blutalbumins von verschiedenen Thieren hinzu, so können wir es aussprechen, dass das Albumin der Eier mit jenem des Blutes identisch sei.

Ein einziges kleines Bedenken kann man darin finden, dass das Eiweiss etwas mehr Schwefel enthält als das Blutalbumin. Dies zeigt sich schon beim Erhitzen Beider, das Eiweiss entwickelt einen deutlichen Schwefelwasserstoffgeruch, was beim Serum nicht wahrgenommen werden kann.

Die folgenden Angaben stammen von Dumas und Cahours[37]):

						Asche
Blut vom Schafe	C 53,54	H 7,08	N 15,82	O etc. 23,56		2,63
„ „ Ochsen	C 54,4	H 7,2	N 15,7	O etc. 23,7		1,86
„ „ Kalbe	C 53,4	H 7,27	N 15,72	O etc. 23,52		2,5
Venöses Menschenblut	C 53,32	H 7,29	N 15,7	O etc. 23,59		2,71

[37]) Die öfter zitirte Abhandlung Annales de chimie et de physique, troisième série VI, 385.

Der Schwefelgehalt beträgt beim Eieralbumin 1,6 (Rühling), beim Blutalbumin 1,1 (Mulder) bis 1,3 (Rühling). Freier Phosphor, den Mulder gefunden haben wollte 0,3 beim Blut-, 0,4 beim Eieralbumin), ist nicht vorhanden, wohl aber enthält die Asche ziemlich viel Phosphorsäure. Die dem Blutalbumin angehörigen Aschenbestandtheile sind nach Dumas denen des Eiweisses vollständig gleich.

F. Albumin des Muskelfleisches.

Das aus Fleisch durch Wasser ausgezogene, lösliche und koagulirte Albumin, sowie das Syntonin, das man vor Liebig für Fibrin hielt, verdienen mit einigen Worten erwähnt zu werden. Das durch Erhitzen koagulirte Fleischalbumin hat nach Weidenbusch eine dem Eiweiss gleiche Zusammensetzung:

C 53,2 H 7,0 N 15,7 O 22,5 Schwefel 1,6.

Der nach dem Auslaugen des Fleisches gebliebene Rückstand entspricht nach Liebig[38]) der unlöslichen Modifikation des Eiweisses. In seinen Eigenschaften ist das Syntonin übrigens dem Fibrin nicht unähnlich. Die Zusammensetzung ist nach Strecker[39])

Hühnerfleisch	C 54,46	H 7,28	N 15,84	S 1,21
Ochsenfleisch	C 53,67	H 7,27	—	—
Hammelfleisch	—	—	N 16,26	S 1,11—1,12

G. Pflanzeneiweiss.

Fourcroy[40]) war der Erste, welcher die Behauptung aufstellte, dass der ausgepresste Saft vieler Pflanzen, wenn man die Chlorophyllbestandtheilchen sich absetzen lässt, durch Erhitzen auf 60—70° genau so wie das Eiweiss koagulire

[38]) Annalen, 73. Bd. 1850.

[39]) dto.

[40]) Mémoire sur l'existence de la matière albumineuse dans les végétaux — Annales de chimie III, 254 (1789).

Erst die neuere Zeit bewies die Identität dieser beiden Substanzen. Dumas machte die Analyse des letztern Stoffes und fand:

C 53,74 H 7,11 N 15,65 O etc. 23,5 Asche 8,5.

Leider besitzen wir nicht sehr viele Arbeiten über dies Thema. Meine Versuche beziehen sich nur auf das Albumin des Waizenmehles. Der in Wasser übergegangene Theil des Mehles, welcher aus Amylum und Albumin besteht, lässt gewöhnlich nach 5—6 Stunden die Stärke zu Boden fallen. Die überstehende weingelbe Flüssigkeit wird nach dem Filtriren am Besten durch einen Heber abgezogen.

Diese Flüssigkeit, welche das Albumin der Pflanze enthält, reagirt schwach sauer, was ein Unterschied vom stets alkalisch reagirenden Serum ist. Ausserdem beweist es was auch schon von Andern beobachtet worden, „dass auch sauere Pflanzensäfte Albumin enthalten." Letzteres war Fourcroy noch nicht bekannt.

Das Verhalten dieser Flüssigkeit gegen Alkohol, Aether, Gerbsäure, Metallsalze etc. bietet durchaus keine Anomalie vom thierischen Albumin.

H. Kaseïn (Käsestoff).

Die ausserordentliche Nahrhaftigkeit der Milch, welche sie befähigt, die vollkommene Ernährung selbst älterer Thiere zu übernehmen, führte schon früh zur Entdeckung eines wichtigen Eiweisskörpers — des Kaseïns. Man kann diesen Stoff nach Liebig[41]) betrachten als metamorphosirtes Albumin, vielleicht verbunden mit einem Stoffe, der zur Membranbildung dient. Er ist somit dem jungen Säugethiere dasselbe, was das Eiweiss dem noch nicht ausgekrochenen Vogel.

---

[41]) Vorlesungen über Pflanzen- und Thierchemie im Sommer 1868, nachgeschrieben vom Verfasser dieser Abhandlung.

Durch diesen Zusammenhang wird uns die Identität der Nahrung des Fleischfressers und der des Säuglings erklärlich; der Erstere geniesst im Fleische und Blute Bestandtheile, die seinem Körper identisch sind, gleich direkt, der Säugling lebt aber vom metamorphosirten Blute seiner Mutter (Liebig ibidem). Einen neuen nicht uninteressanten Beitrag zu dieser Annahme publizirte Commaille.[42]) Derselbe will in Molken, welche älter als ein Jahr waren, Kreatinin gefunden haben, was also in der frischen Milch Kreatin voraussetzt. Die sonstigen Analogien zwischen Milch, Fleisch und Blut lassen dieses Vorkommen nicht gerade unmöglich erscheinen.

Doch selbst wenn wir dieser letzten Angabe misstrauen, haben wir Gründe genug anzunehmen, „dass das Kaseïn nur in seinen Eigenschaften, aber nicht in seiner Zusammensetzung vom Eiweiss verschieden sei."

Das lösliche Caseïn koagulirt nicht beim Erhitzen, es wird aber unlöslich durch organische Säuren; das koagulirte Kaseïn ist auflöslich in Alkohol. Dies sind die Hauptunterschiede im chemischen Verhalten des Käsestoffs und des Eiweisses.

Die thierische Milch kann gleich dem Blute als eine emulsive Flüssigkeit betrachtet werden, welche einzelne Theile in Lösung (Salze, Milchzucker, Kaseïn), andere bloss aufgeschwemmt (Fett und koagulirtes Albumin oder Kaseïn als Hülle der Butter) enthält. Die Fettkügelchen lassen sich von der Milch schon leichter auf mechanische Weise abscheiden, als die Blutkörperchen vom Plasma. Schon bei längerem Stehen steigen sie in die Höhe und können, wie der terminus technicus lautet, „abgerahmt" werden.

Die vom grössten Theil ihres Fettes befreite Milch hat eine bläuliche Farbe, ist weniger undurchsichtig und reagirt

[42]) Buchners Repertorium für Pharmacie 1869, 558.

bei Grasfressern und Omnivoren alkalisch, bei Carnivoren dagegen meist sauer.

Ihre Zusammensetzung ist der des Blutes, wie schon oben erwähnt, nicht unähnlich.

Es kann nun nicht in dem Plane meiner Abhandlung liegen, die vielen vortrefflichen Analysen der Milch in ihrem Ganzen wiederzugeben, umsoweniger, da die meisten Lehrbücher, namentlich Gorup-Besanez (physiologische Chemie) in diesem Punkte nichts zu wünschen übrig lassen.

Darstellung des Käsestoffs. Man nimmt zur Darstellung des Kaseïns gewöhnlich Kuhmilch, weil diese die Reactionen besser zeigt und zweitens am leichtesten zu beschaffen ist.

Die gewöhnlichste Methode, deren man sich auch en-gros bedient, beruht auf der Coagulation durch die Schleimhaut des Kälbermagens (Laab), welche man zuvor mit Essig tränkt.

Dass diese Gerinnung eine andere Ursache habe, als die Entstehung von Milchsäure, wie erst neuerlich behauptet worden, ist durch nichts bestätigt. Auch ich beobachtete bei mehrfachen Versuchen stets eine sauere Reaction der Molken, aber nie eine alkalische, wie Selmi [43]) zuweilen gefunden haben will.

Die besten Fällungsmittel für das Kaseïn sind aber die Säuren, Schwefelsäure (Berzelius) oder Essigsäure, die jetzt gebräuchlich ist. Jedoch vermeide man einen grossen Ueberschuss, weil sich der Käsestoff in Säuren löst.

Die verschiedenen Thierklassen differiren etwas in Bezug auf die Quantität des Käsestoffes.

Neuere Analysen ergaben auf 1000 Theile [44])

---

[43]) Journal de Pharmacie IX, 265.

[44]) Diese Zahlen sind der physiologischen Chemie von Gorup-Besanez entnommen.

Frauenmilch	35,33—39,24
Ziegenmilch	33, 6
Milch der Büffelkuh	42,47
Milch der Kuh	48,25.

Ob die Angabe von Vernois und Becquerel, dass die Milch blonder Frauen um 10 pro mille weniger Kaseïn enthalte, als die von Brünetten, mehr als ein Kathederwitz sei — ist bis jetzt von Niemandem untersucht worden.

Lösliche Kaseïnmodification. Den löslichen Käsestoff, der dem Albumin sehr ähnlich ist, erhält man durch Verdampfen der Milch unter 50° und Auflösen in Wasser. Diese Lösung, welche noch Milchzucker und Salze enthält, reagirt alkalisch und zeigt fast dasselbe Verhalten wie Eiweiss, auf welches hiemit verwiesen wird.

Die Löslichkeit des Kaseïns beruht auf den Salzen, die es begleiten; wenigstens fand Rochleder,[45]) dass durch Essigsäure koagulirtes, in kohlensaurem Natron gelöstes und von Neuem durch Essigsäure gefälltes Kaseïn sich in Wasser nicht mehr löste.

In neuester Zeit hat man sich vielfältig beschäftiget, die Identität des Kaseïns mit dem Albumin darzuthun. Meist nahm man an, dass der Sauerstoff der Luft die einander gleichen Körper so verändere, dass man ihre ursprünglichen Eigenschaften nicht zu erkennen vermöge. Ein zu diesem Zwecke von Gorup-Besanez[46]) angestelltes Experiment verdient unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade. Derselbe beobachtete, dass Kaseïnlösungen nach längerer Einwirkung von Ozon in eiweissähnliche, beim Erhitzen koagulirende, durch Essigsäure nicht mehr fällbare Flüssigkeiten umgewandelt werden. (Vergleiche oben Albumin, das durch Ozon die Fähigkeit, beim Erhitzen zu koaguliren, verliert.)

---

[45]) Liebigs Annalen, 45. Bd., 253.

[46]) Liebigs Annalen, CX, 86.

Betrachten wir die Unterschiede, welche die Kaseïnlösung von dem Eiweiss zeigt, so ergibt sich Folgendes:

Starker Alkohol fällt die Kaseïnlösung in weissen Flocken; selbst aus der weingeistigen Lösung des Kaseïns (Unterschied von Albumin) fällt 90prozentiger Alkohol das Gelöste wieder heraus. Eine Quantität Alkohol, welche das Kaseïn präcipitiren würde, thut es nicht beim Erhitzen. Daher erscheint eine solche Mischung, so lange sie heiss ist, ganz klar, trübt sich aber beim Erkalten bis zur Undurchsichtigkeit und setzt Flocken ab. Ein auf diese Art entstandener Niederschlag ist in Wasser unlöslich (Simon[47]).

Aether fällt Kaseïnlösungen nicht, was doch der Fall beim Eieralbumin ist. Dieses Verhalten ist desshalb interessant, weil es deutlich auf die Entstehung der Milch aus dem Blute hinweist, denn auch das serum sanguinis wird durch Aether nicht koagulirt.

Die sonstigen Fällungsmittel (Säure und Salze) sind fast dieselben, wie beim Albumin.

Frauen-Milch. Das Kaseïn der menschlichen Milch und diese selber zeigen ein etwas verschiedenes Verhalten, dessen hier auch gedacht werden soll. Als das wichtigste Moment, welches diese Eigenthümlichkeit bewirkt, muss immer die ungleichartige Lebensweise der betreffenden Individuen in Anschlag gebracht werden. So z. B. berichtet Franz Simon, dass sich das bei etwa 30° eingedampfte Kaseïn von Frauen, welche in den dürftigsten Verhältnissen lebten, in Wasser vollkommen und ohne Mühe auflösen liess, während das Kaseïn von gut genährten Frauen eine geminderte Löslichkeit zeigte. Dagegen zeigt das Kaseïn der Kühe immer gleiche Eigenschaften. Weitere Unterschiede ergibt das Verhalten der Frauenmilch zu Säuren. Simon, Clarke, Bondt fanden, dass verdünnte Schwe-

[47]) Medicinisch-analytische Chemie, pag. 75.

felsäure in der Frauenmilch nicht immer eine Gerinnung bewirke oder dass diese durch Erwärmen befördert werden müsse. Auch Salzsäure zeigt (nach Parmentier, Meggenhofen und Deyeux) ein analoges Verhalten.

Milchsäure koagulirt die Frauenmilch viel unvollkommener als Essigsäure, ebenso ist die Wirkung des Kälberlaabs schwächer als auf Kuhmilch. Diese Abweichung findet ihre Erklärung in der viel stärkeren Alkalinität der menschlichen Milch. Aus eben diesem Grunde setzte Liebig bei seiner Kindernahrung, welche die Muttermilch ersetzen soll, kohlensaures Alkali zu der Kuhmilch zu, um sie stärker alkalisch zu machen.

Will man Frauenmilch durch die öfter genannten Metallsalze präcipitiren, so ist immer eine Temperaturerhöhung nöthig.

Simon gibt an, dass Silbernitrat die Milch gesunder Frauen nur trübe, dagegen die kränklicher stets präcipitire.

Die Zusammensetzung des Käsestoffs zeigt fast dieselben Prozentzahlen wie die des Albumins, was uns bei der Aehnlichkeit beider nicht befremdet. Die folgenden Angaben stammen ebenfalls von Dumas und Cohours:

Kuhmilch	C 53,5,	H 7,05,	N 15,77,	O etc. 23,68
Ziegenmilch	C 53,6,	H 7,11,	N 15,78,	O etc. 23,51
Eselsmilch	C 53,66,	H 7,14,	N 16,00,	O etc. 23,20
Schafmilch	C 53,52,	H 7,07,	N 15,80,	O etc. 23,61
Frauenmilch	C 53,47,	H 7,13,	N 15,83,	O etc. 23,57.

Mulder gibt den Kohlenstoffgehalt gar an zu 54,96.

Ausserdem enthält das Kaseïn auch noch Aschenbestandtheile und zwar von 0,96—4,85 Prozent. Bezüglich der Aschenbestandtheile des Käsestoffes verweise ich auf die Analysen Verdeils in Liebig's chemischen Briefen.

I. Pflanzenkaseïn (Legumin).

Erbsen, Linsen, Bohnen und in gewisser Beziehung auch die süssen Mandeln enthalten eine Substanz, die in

Zusammensetzung und in den Eigenschaften [48]) dem Käsestoff der Milch sehr nahe kommt und desshalb von Liebig den Namen Pflanzenkaseïn erhielt.

Die Hülsenfrüchte enthalten diesen Stoff, der übrigens mit dem Kaseïn nicht identisch ist, in ziemlichen Quantitäten.

Man erhält das Legumin in der löslichen Modifikation ziemlich leicht auf folgende von Braconnot [49]) angegebene Weise: Man zerreibt Erbsen oder Bohnen (Einbof[50]) oder süsse Mandeln (Dumas) so weit wie möglich in einem Porzellanmörser mit wenig Wasser zu einem Brei, verdünnt mit ungefähr dem 8fachen seines Volums und seiht durch ein feines Haarsieb. Diese der Milch nicht unähnliche, trübe Flüssigkeit enthält Amylum und die zu beschreibende Substanz in Auflösung. Die Stärke setzt sich analog dem wässrigen Extrakt aus Mehl, sehr bald (oft schon in 2 Stunden) am Boden des Gefässes ab. Es ist vortheilhaft die überstehende, von Fett noch etwas trübe Flüssigkeit mit dem Heber abzuziehen, da das Filtriren zu lange dauert und die Substanz hiebei eine freiwillige Zersetzung erleiden könnte.

Die Leguminlösung zeigt anfangs immer eine neutrale Reaction, welche nach längerem Stehen sich in eine sauere verwandelt, gerade so wie die Milch sauer wird. Dieses Auftreten von Säure trägt zu der fortschreitenden Trübung der Leguminlösung bei. Die Ursache ist auch hier, wie bei der Milch, die Milchsäure, welche aus dem Milchzucker der Leguminosen durch den Sauerstoff der Luft entstanden. Sei nun die Lösung des Legumins neutral oder alkalisch, so ist doch nach längerer Zeit alles Gelöste herausgefällt.

---

[48]) Am Auffallendsten ist die Gerinnbarkeit durch organische Säuren und mit Kälberlaab.

[49]) Annales de chimie et de physique — 1827.

[50]) Gehlens Journal, 1805.

Die wässrige Leguminlösung koagulirt nicht beim Erhitzen, aber bei vorsichtigem Abdampfen setzt sich an ihrer Oberfläche eine Haut ab, die sich erneuert, so oft man die alte wegnimmt.

Die Fällbarkeit des thierischen Kaseïns durch organische Säuren findet sich bei seinen Verwandten aus dem Pflanzenreich ebenfalls vor; nicht allein Essigsäure, sondern auch Oxal- und Weinsäure koaguliren das Legumin.

Der durch Essigsäure entstandene Niederschlag ist im Ueberschusse des Fällungsmittels löslich; aus dieser Lösung präcipitiren Mineralsäuren das Legumin von Neuem. Absoluter Alkohol fällt die Leguminlösung sowie die Milch. Kälberlaab desgleichen. Auch die öfter genannten Metallsalze zeigen gegen Leguminlösungen ein gleiches Verhalten.

Fassen wir die Eigenschaften des Legumins zusammen, so darf uns fürs Erste nicht entgehen, dass es sich durch seine Löslichkeit in Wasser, ohne Beihülfe von überschüssigem Alkali, vom Thierkaseïn ebenso unterscheidet wie vom Albumin durch die Gerinnbarkeit mit organischen Säuren. Kommt uns schon hier ein Zweifel, ob diese Substanz überhaupt zu den Eiweisskörpern gehöre, so wird derselbe nur noch bestärkt durch die prozentische Zusammensetzung. Merkwürdigerweise stimmen auch die analytischen Resultate verschiedener Forscher nicht recht überein.

Analysen des Legumins von

Scherer [51])	C 54,138,	H 7,156,	N 15,672,	O etc. 23,034
Jones	C 55,05,	H 7,59,	N 15,89,	O etc. 21,47
Varentrapp und Will	C 51,41,	H 7,83,	N 14,48,	O etc. 26,28

Rochleder (ibidem) gibt als Mittel von 7 Analysen an:

C 54,49, H 7,40, N 14,78, O etc. 23,233

[51]) Liebigs Annalen XI, VI, 155.

Ein andersmal fand er aber mehr O und weniger C, nämlich:

C 50,7, — — — — O etc. 28,71

Dumas und Cahours endlich gaben dem Legumin eine Zusammensetzung, die sich der zweiten Rochleders nähert:

Erbsen . . C 50,53, H 6,91, N 18,15, O etc. 24,41
Linsen . . C 50,46, H 6,05, N 18,19, O etc. 24,7
Bohnen . . C 50,69, H 6,81, N 17,58, O etc. 24,92.

Bei so widersprechenden Angaben ist also die Identität des Legumins mit dem thierischen Käsestoff erst noch zu beweisen, da die Analogie der chemischen Eigenschaften hiefür noch nicht ausreicht. Die angeführten Dumas'schen Analysen haben ferner noch den Zweck, das Legumin der Hülsenfrüchte als identisch hinzustellen mit dem sogenannten Emulsin. So nämlich heisst eine Substanz, welche in verschiedenen Fruchtkernen etc. vorkommt. Dumas, welcher diesem Stoff den Namen Legumin gab, will gleichwohl eine Koagulation durch Erhitzen beobachtet haben, was keineswegs auf einen kaseïnartigen Stoff hindeutet. Seine Analysen weichen von seinen und Rochleders Analysen allerdings nicht mehr ab, als zwei oder drei Untersuchungen einer und derselben Substanz von einander abzuweichen pflegen.

Emulsin aus:

Süssen Mandeln I C 50,94, H 6,72, N 18,93, O etc. 23,41
Pflaumenkernen C 50,93, H 6,73, N 18,64, O etc. 23,70
Aprikosenkernen C 50,72, H 6,65, N 18,78, O etc. 23,85
Weissem Senf C 50,83, H 6,72, N 18,58, O etc. 23,87
Haselnüssen C 50,73, H 6,95, N 18,76, O etc. 23,56
Süssen Mandeln II C 50,80, H 6,70, N 18,77, O etc. 23,60

Wir waren im Verlaufe unserer ganzen Untersuchung darzuthun bemüht, dass die sogenannten „Proteïnstoffe" einer und derselben Gruppe angehören; die Vergleichung

des chemischen Verhaltens und der Zusammensetzung berechtigte uns hiezu. Um so mehr muss es überraschen, dass die quantitativen Verhältnisse der Zersetzungsprodukte auf das Gegentheil hinzudeuten scheinen.

Die Produkte der Oxydation, Substitution, der trockenen Destillation und der Gährung, sowie die der freiwilligen Zersetzung waren schon ziemlich lange bekannt. Meistens waren es niedere Fettsäuren, Aminsäuren, sauerstofffreie Basen etc. Auch die auffallende Uebereinstimmung zwischen den Zersetzungsprodukten der Eiweisskörper einerseits und der Kohlenhydrate andererseits konnte nicht unbemerkt bleiben, ja sie gab sogar zu theoretischen Spekulationen Anlass. (Vergleiche oben die Ansicht Hunts.)

Wenn wir uns hier erlauben, eine Zusammenstellung der aus den beiden Gruppen gewonnenen Zersetzungsprodukte zu geben, so müssen wir vor Allem daran erinnern, dass diese Verhältnisse nicht quantitativ untersucht worden sind.

Durch Gährung aus:

Kohlehydraten:	Eiweisskörpern:
CO_2, H_2,	CO_2, H_2, H_2S und NH_3,
Aethyl-, Propyl-, Butyl- und Amylalkohol, Propionsäure, Glycerin, Buttersäure, Valerian-Säure, Bernsteinsäure, Milchsäure.	Aethylamin, Trimethylamin, Amylamin, Caproylamin [52]) Essigsäure, Propionsäure(?) Buttersäure, Valeriansäure, Milchsäure, Leucin, Tyrosin.

Vielleicht wird man bei näherer Untersuchung auch die der Essigsäure korrespondirende Oxysäure — die Glycolsäure — auffinden, da die Oxysäure der Propionsäure — Milchsäure in beiden Fällen auftritt.

[52]) Diese Basis fanden Al. Müller und Hesse in gefaulter Hefe, Sulivan in gefaultem Mehl. Jahresberichte 1857 p. 402 und 1858, p. 230.

Die Behandlung mit Salpetersäure liefert:

Aus Kohlehydraten:	Aus Eiweisskörpern:
Oxalsäure	Oxalsäure
Aepfelsäure	Fumarsäure
Weinsäure	(Nitrirte Derivate — Xanthoproteïnsäure)
Zuckersäure	Zuckersäure (Berzelius.)
Schleimsäure.	

Mit Königswasser erhielt man aus Eiweisskörpern Substitutionsprodukte mit Cl und NO_2; wahrscheinlich Derivate der Oxy- und Paraoxybenzoësäure, welche ein Derivat des Tyrosins ist. [53])

Braunstein und Schwefelsäure gaben aus:

Kohlehydraten:	Eiweisskörpern:
Ameisensäure	Ameisensäure und deren Homologe bis zur Caprylsäure
Aldehyd	Aldehyde dieser Säuren
Acroleïn	Acetonitril
	Proprionitril
	Valeronitril
	Benzoësäure
	Benzylaldehyd.

Bei der Behandlung mit Schwefelsäure allein erhielt man aus

Kohlehydraten:	Eiweisskörpern:
Ameisensäure	Asparaginsäure
Glucinsäure C_{12} H_9 O_9 (?)	Glutaminsäure (homolog dieser — daraus die der Aepfelsäure homologe Glutansäure.)

[53]) Mühlhäuser — Liebigs Annalen CL, 171.

Gepaarte Säuren (Sulfonsäuren). Hexa-nitroalbuminsulfonsäure=

$$C_{72}\begin{Bmatrix}H_{101}\\(NO_2)_6\\SO_3H\end{Bmatrix}N_{18}O_{22}S$$

(Löw — Journal pr.Chem. 1871.)

Endlich Leucin und Tyrosin.

Diese Zusammenstellung, welche Hlasiwetz[54]) gab, zeigt, wie scharf begrenzt die aus beiden Gruppen gewinnbaren Zersetzungsprodukte sind, was sie Gemeinsames nnd was sie Verschiedenes haben, und dass sie bei Beiden, wo nicht identisch, so doch nahe verwandt sind.

Mit andern Worten:

Es ist sehr wahrscheinlich, wie auch die Physiologie aus vielen Ernährungs- und Fütterungsversuchen schliesst, dass die Eiweisskörper ebensowohl zur Fettbildung dienen, als sie zum Ersatz der abgenutzten Muskeln und Gewebe verwendet werden; ferner dass Kohlehydrate und Eiweisskörper in einer genetischen Beziehung zu einander stehen (Hlasiwetz). Versuche aus Kohlehydraten durch Einwirkung von Ammoniak bei höherem Druck eiweissartige Körper zu erhalten, sind wohl gemacht worden, doch ohne Erfolg.

Schützenberger bekam amorphe Substanzen von 2—4 Prozent Stickstoff, die beim Erhitzen den Geruch von verbranntem Horn verbreiteten.

Betrachten wir nun in Kürze die Resultate, welche Hlasiwetz publizirt hat:

Er verflüssigte ungefähr 50 Grm. Trockensubstanz mit 50 Grm. Brom und ½ Liter Wasser in verschlossenen Champagnerflaschen, indem er die Letztern Tag und Nacht im Wasserbade erhitzte. Die Zersetzung war eine vollständige restlose, doch waren die erhaltenen Produkte nicht die nächsten, einfachsten, sondern gehörten entfernteren Gliedern

[54]) Hlasiwetz und Habermann, über die Proteinstoffe — Liebigs Annalen CLIX, 304.

an. Nach einem sehr mühsamen Verfahren, dessen Beschreibung wir leider nicht wiederholen können, fand er als Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper:

Bromessigsäure, Asparaginsäure, Leucin, Tribromamidobenzoësäure, Bromoform, Malaminsäure (?), Leucinimid, Bromanil, Oxalsäure, Capronsäure, Kohlensäure.

Niemals aber fand er Tyrosin.

Allein man weiss durch Städeler[55]), dass das Tyrosin durch Chlor in Chloranil und Chloraceton verwandelt wird, wodurch dieser scheinbare Widerspruch als gehoben erscheint.

Qualitativ lieferte diese Zersetzungsmethode immer dieselben Resultate, die Zahlen aber, die wir hier anführen wollen, hielt Hlasiwetz selber nicht für absolut richtig. Er fand:

	Eieralbumin	Pflanzeneiweiss	Kaseïn	Legumin
Bromoform	29,9	39,1	37,0	44,9
Bromessigsäure	22,0	16,9	22,1	26,2
Oxalsäure	12,0	18,5	11,2	12,5
Asparagin- und als Malaminsäure angenommene Säure	23,8	23,1	9,3	14,5
Leucin (rohes)	22,6	17,3	19,1	17,9
Bromanil	1,5	1,4	0,3	1,4

Aus diesen Untersuchungen geht auf alle Fälle wenigstens das hervor, dass diesen Stoffen keine gemeinsame Stammverbindung nach Art des Mulder'schen Proteïns zukomme.

Ritthausen und Kreusler[56]) heben auch hervor, wie verschieden die Mengen von Asparagin- und Glutaminsäure sind, die einige Proteïnkörper liefern und sind der Ansicht, dass diese Differenzen ihren Grund in einer Verschiedenheit der Proteïnstoffe unter einander haben.

---

[55]) Liebigs Annalen CXVI.

[56]) Journal für prakt. Chemie, neue Folge III, 314.

Die Frage über die Identität der thierischen und vegetabilen Proteïnstoffe, welche den Anlass zu dieser Abhandlung gab, hat somit eine endgültige Entscheidung nicht gefunden — im Gegentheil betrachtet sie der Verfasser nach wie vor als offen.